

Un estran argileux à dallages et cordons de blocs caractéristique de l'estuaire maritime du Saint-Laurent (Québec, Canada)

Jean-Claude Dionne
Université Laval, Québec

RÉSUMÉ: À Saint-Simon-sur-Mer, sur la rive sud de l'estuaire maritime du Saint-Laurent, l'estran argileux est en grande partie recouvert par des dallages et des cordons de blocs de taille, de forme et de nature variées. Représentatif d'une large portion du littoral des deux rives de l'estuaire, cet estran est ici caractérisé pour son originalité. La nature lithologique des cailloux comprend des éléments locaux ainsi que des erratiques lointains provenant des Appalaches, au sud, et du Bouclier laurentidien, au nord. Ces derniers ont d'abord été déplacés vers la vallée du Saint-Laurent par les glaciers du Wisconsinien (Weichselien) avant d'être transportés et délestés dans la mer postglaciaire (Mer de Goldthwait) par des icebergs et des radeaux de glace annuelle. Certains erratiques, dont les cailloux de dolomie à stromatolites d'âge Protérozoïque, ont été déplacés sur des distances excédant 400 km. L'érosion des dépôts argileux en bordure des crêtes rocheuses appalachiennes longeant le littoral à Saint-Simon-sur-Mer a laissé derrière la fraction grossière. Les cailloux ont, par la suite, été concentrés par les glaces annuelles, dans la zone intertidale et infratidale adjacente, puis partiellement enfoncés dans le substrat argileux. Ils forment aujourd'hui des dallages et des cordons. Par la suite, des apports locaux de blocs provenant du démantèlement des crêtes rocheuses se sont ajoutés au résidu grossier (*lag*) laissé derrière par l'érosion de l'argile par les vagues et les courants. De nos jours, les dallages de cailloux forment une carapace qui entrave et retarde l'érosion du substrat argileux.

Mots-clé: marais intertidale, méga-blocs, estuaire du Saint-Laurent, côte, géomorphologie.

ABSTRACT. *A typical clayed tidal flat covered by boulder pavements, Lower St. Lawrence estuary (Québec, Canada). At Saint-Simon-sur-Mer along the south shore of the Lower*

Recibido: 4 de mayo de 2005.
Aceptado: 1 de septiembre de 2005.

St. Lawrence estuary, the clayed tidal flat is largely covered by stone pavements and ridges of boulders of various sizes, forms, and lithologies. Common and typical feature of the shoreline on both sides of the estuary, this kind of tidal flat is original. Boulder lithologies are mixed including far-distance erratics from the Appalachians and the Laurentian Shield, and clasts from the nearby coastal area. Far-distance erratics were first transported to the St. Lawrence valley by the Wisconsinan glaciers before being ice-rafted by icebergs and sea ice into the postglacial sea (Goldthwait Sea). Some erratics have been moved over 400 km. Erosion of the coastal marine clay deposits during the Holocene produced boulder lags. The exhumed clasts were subsequently moved and concentrated by shore ice in the tidal zone before being driven down into the clayed substrate. They form today boulder pavements and ridges. Afterwards there have been additions of local blocks from the Appalachian ridges bordering the south shore of the estuary at Saint-Simon-sur-Mer. Today, this boulder intertidal clayed substrate is largely protected from erosion by waves and currents.

Keywords: tidal marsh, megaboulders, St. Lawrence estuary, coast, geomorphology.

Introduction

Les estrans de la rive sud du Saint-Laurent estuarien sont couverts de milliers de cailloux de taille, de forme et de nature lithologique variées (Dionne, 1972). Dans la plupart des localités, les cailloux reposent sur un substrat argileux, dépôt pélimitique mis en place dans la mer postglaciaire appelée Mer de Goldthwait, au début de l'Holocène (12,5 - 10 ka). Souvent élevée, la densité des cailloux donne lieu à de larges cordons ou à des dallages à forte concentration.

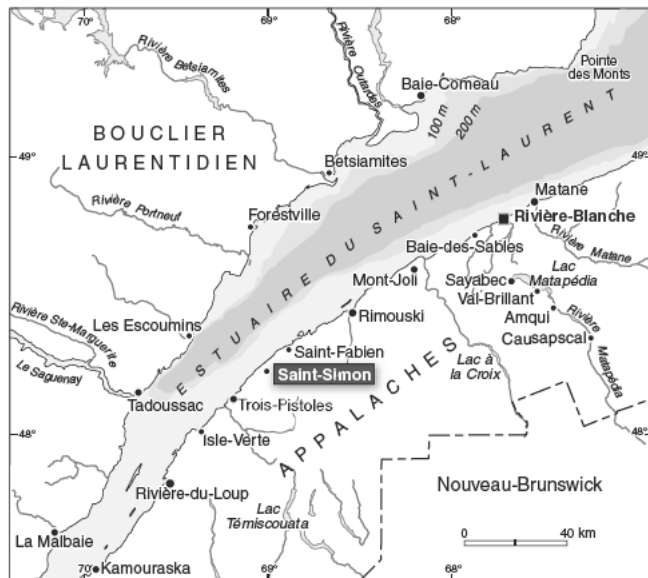
L'originalité des rivages du Saint-Laurent a été signalée depuis longtemps dans la littérature scientifique (Lyell, 1854; Dawson, 1886), mais les études détaillées permettant de les comparer avec les rivages des régions n'ayant jamais été glaciées ni affectées par les glaces annuelles n'ont été effectuées que récemment (Dionne, 1972, 2002a, 2002b, 2003, 2004; Dionne et Poitras, 1998). Pendant longtemps, les géologues se sont contentés d'affirmer qu'il s'agissait d'erratiques glaciaires sans fournir de données statistiques sur la nature lithologique de ces derniers ni sur la nature du substrat sur lequel ils reposent. Or, dans la plupart des sites étudiés jusqu'à maintenant, l'absence de dépôts glaciaires (till) en bordure du rivage actuel, qui est tantôt rocheux et tantôt constitué de matériel meuble holocène (argile marine plus ou moins pierreuse et plages de sable et gravier), ne permet pas de soutenir l'hypothèse d'une origine exclusivement glaciaire des blocs.

La présente contribution a pour objectif de montrer les particularités d'un rivage para-glaciaire (Forbes et Taylor, 1987), où les glaces flottantes (glaces annuelles et icebergs) ont joué et exercent encore un rôle important dans le façonnement du rivage, en particulier de la zone intertidale (Dionne, 1968).

Caractéristiques générales du mileu

L'exemple choisi est un site situé à Saint-Simon-sur-Mer, localité sur la rive sud de l'estuaire maritime du Saint-Laurent (69° 05' O, 48° 13' N), à environ 250 km au nord-est de Québec (Fig. 1). Le secteur étudié s'étend sur une distance d'environ 7 km. Le rivage actuel est rectiligne (Fig. 2), car il est commandé par une crête rocheuse appalachienne orientée SW-NE, composée en grande partie par des conglomérats, des grès et des schistes (Tremblay et Bourque, 1999), d'âge cambrien et ordovicien inférieur. Dans environ la moitié du secteur, le pied de la crête rocheuse sis en bordure immédiate du rivage est submergée d'environ un mètre à marée haute (Fig. 3a). Dans l'autre moitié, il existe une étroite et basse terrasse (± 6 m d'altitude) correspondant à des plages soulevées mises en place, il y a environ 2000 ans BP (Dionne, 2002c). Cette basse terrasse est ourlée d'un haut de plage sablo-graveleux avec des blocs épars et d'un large estran argileux (Fig. 3b). Dans le secteur étudié, le bas estran argileux mesure entre 40 et 200 m de largeur. Il s'agit d'un dépôt pélitique plus ou moins caillouteux mis en place au début de l'Holocène lors de l'invasion marine postglaciaire (Dionne, 1977). Là où il est relativement large, le bas estran a une pente faible ($\pm 1\%$) qui se prolonge dans la zone infratidale. Par endroits, la surface du bas estran est voilée d'une mince couche de sable et parfois par des bancs sableux de quelques décimètres d'épaisseur. Par contre, la majeure partie de la surface est recouverte de cailloux qui forment des dallages ou encore des cordons à la flexure entre le bas estran et le haut de plage ainsi qu'à la limite des basses mers.

Figure 1.
Carte de localisation et
noms de lieu de la région
de l'estuaire maritime du
Saint-Laurent, Québec.



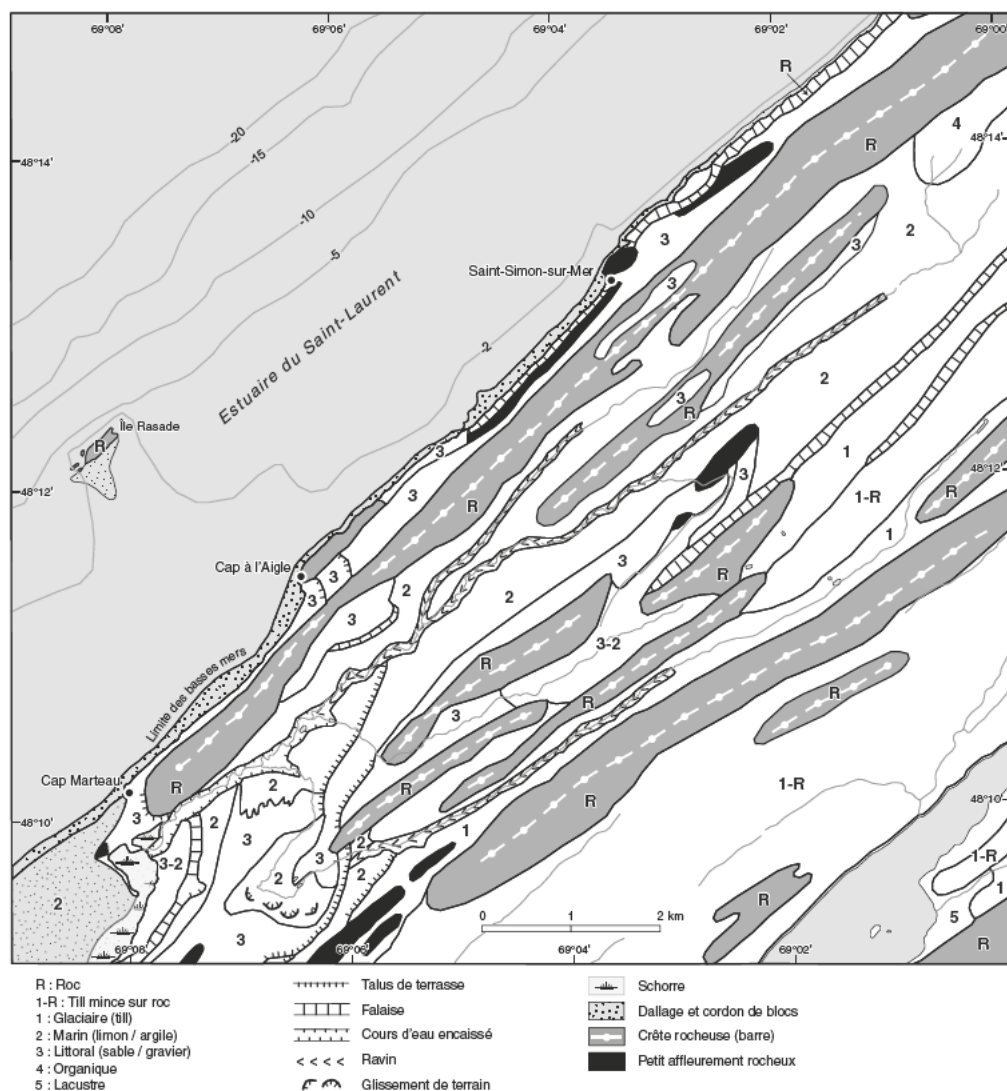


Figure 2. Carte morpho-sédimentologique sommaire de la région de Saint-Simon-sur-Mer.

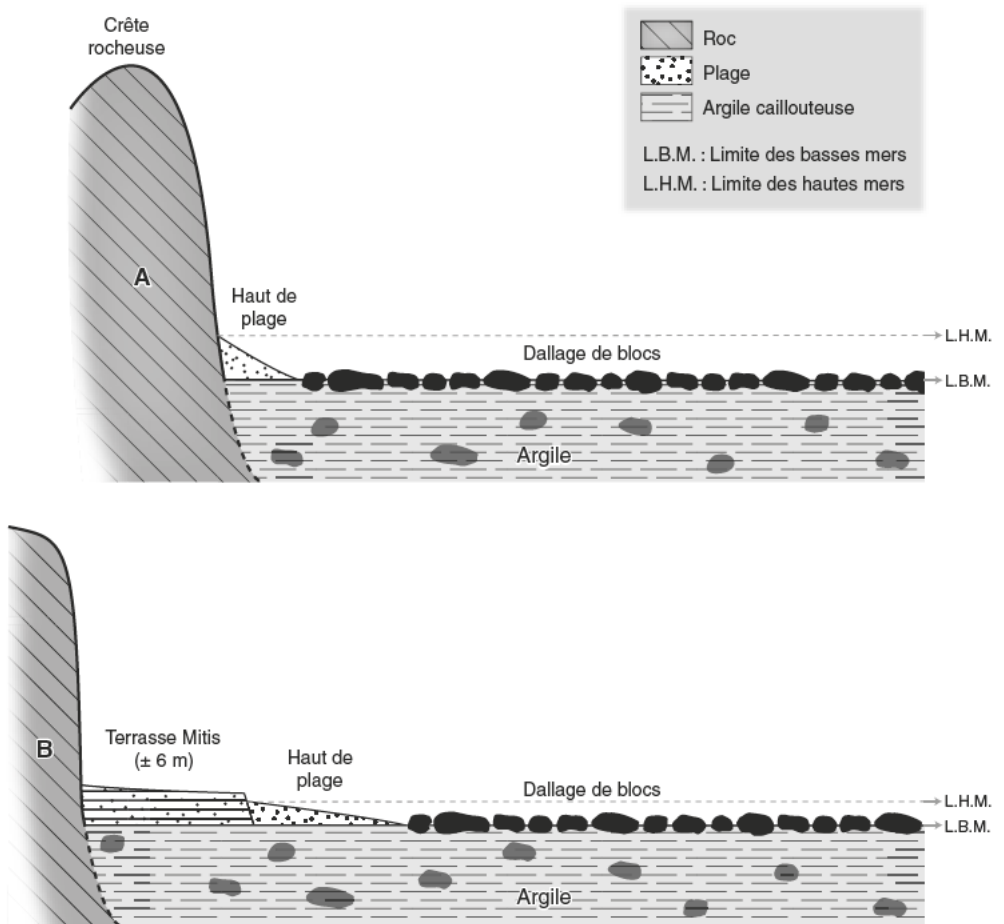


Figure 3. Coupes transversales schématiques du rivage à Saint-Simon-sur-Mer. A, Coupe dans un secteur rocheux où le pied de la crête rocheuse coïncide avec la partie supérieure de l'estran. Au pied de la falaise, prend place un étroit cordon de sable et galets suivi d'un large estran argileux recouvert de cailloux. B, Coupe dans un secteur où la crête rocheuse appalachienne est située à quelques centaines de mètres du rivage actuel dont elle est séparée par une étroite et basse terrasse (terrasse Mitis), composée de plages sablo-graveleuses mises en place entre 2,5 et 1,5 ka. Le bas estran argileux est recouvert d'un grand dallage de cailloux.

Dans le secteur étudié, l'estuaire du Saint-Laurent atteint 30 km de largeur. Du côté sud ou sur la rive droite, il est caractérisé par une large plate-forme (15 km de largeur) sous-marine qui s'étend de la limite des basses mers jusqu'à environ 100 m de profondeur, là où commence la grande et profonde vallée glaciaire du Saint-Laurent (Shepard, 1931; Loring et Nota, 1973), qui s'étend de l'embouchure du Saguenay jusqu'à l'océan Atlantique au large de la Nouvelle-Écosse. Contrairement à ce que l'on croyait (Johnson, 1925, p. 223), cette grande plate-forme submergée ne correspond pas à une surface d'érosion dans le substrat rocheux; elle est plutôt constituée d'une série de crêtes et de sillons appalachiens parallèles, qui ont été enfouis sous des dépôts quaternaires d'épaisseur variable, excédant 50 à 60 m dans les dépressions.

Rappelons brièvement ici que la région a été recouverte par l'inlandsis Laurentiden, qui, vers le maximum de la glaciation du Wisconsinien (Weichselien) (20-16 ka), s'étendait jusqu'à New-York (Dyke et Prest, 1987); la glace s'écoulait alors dans une direction principale du nord-ouest vers le sud-est. Mais vers la fin de la glaciation (14-13 ka BP), l'écoulement de la glace recouvrant les Appalaches s'est inversé vers la vallée du Saint-Laurent, ce qui s'est traduit par des déplacements successifs vers le NNW, N, NNE et le NE, soit parallèlement à l'axe du Saint-Laurent (Lortie et Martineau, 1987; Rappol, 1993; Occhietti *et al.*, 2001). On peut encore observer par endroits dans le secteur étudié des formes glaciaires sur des affleurements rocheux en bordure du rivage ainsi que des surfaces reliques polies et striées indiquant un écoulement à 30°, 40°-45° voire même 50°-55° (Fig. 4).

En conséquence, il existe partout sur la rive sud du Saint-Laurent estuarien un mélange d'erratiques provenant à la fois du Bouclier laurentidien sur la rive nord et des Appalaches à l'intérieur des terres sur la rive sud (Dionne, 1972, 1979, 2002a; Dionne et Poitras, 1998). Les nombreux erratiques à la surface des terrasses marines (Coleman, 1922; Dionne, 1972) ont pour la majorité été mis en place par les glaces flottantes au cours de l'épisode de la Mer de Goldthwait, mer postglaciaire régionale qui, entre et 12,5 et 9,5 ka BP, a submergé la côte sud jusqu'à une altitude d'environ 140 m dans la région considérée (Dionne, 1977).

Caractéristiques des cailloux

Dans la région de Saint-Simon-sur-Mer, les blocs d'estran sont principalement concentrés (90 à 95%) sur le bas estran argileux où ils forment généralement des dallages souvent à forte concentration de cailloux (Fig. 5), et parfois aussi dans des cordons simples à la limite des basses mers et à la flexure entre le haut de plage et le bas estran. Dans ce cas, les cailloux sont généralement plus gros et reposent directement sur le substrat argileux. En général, dans les dallages, il n'y a qu'une seule couche de cailloux (Fig. 6). À l'exception des plus gros, ces derniers sont légèrement enfoncés

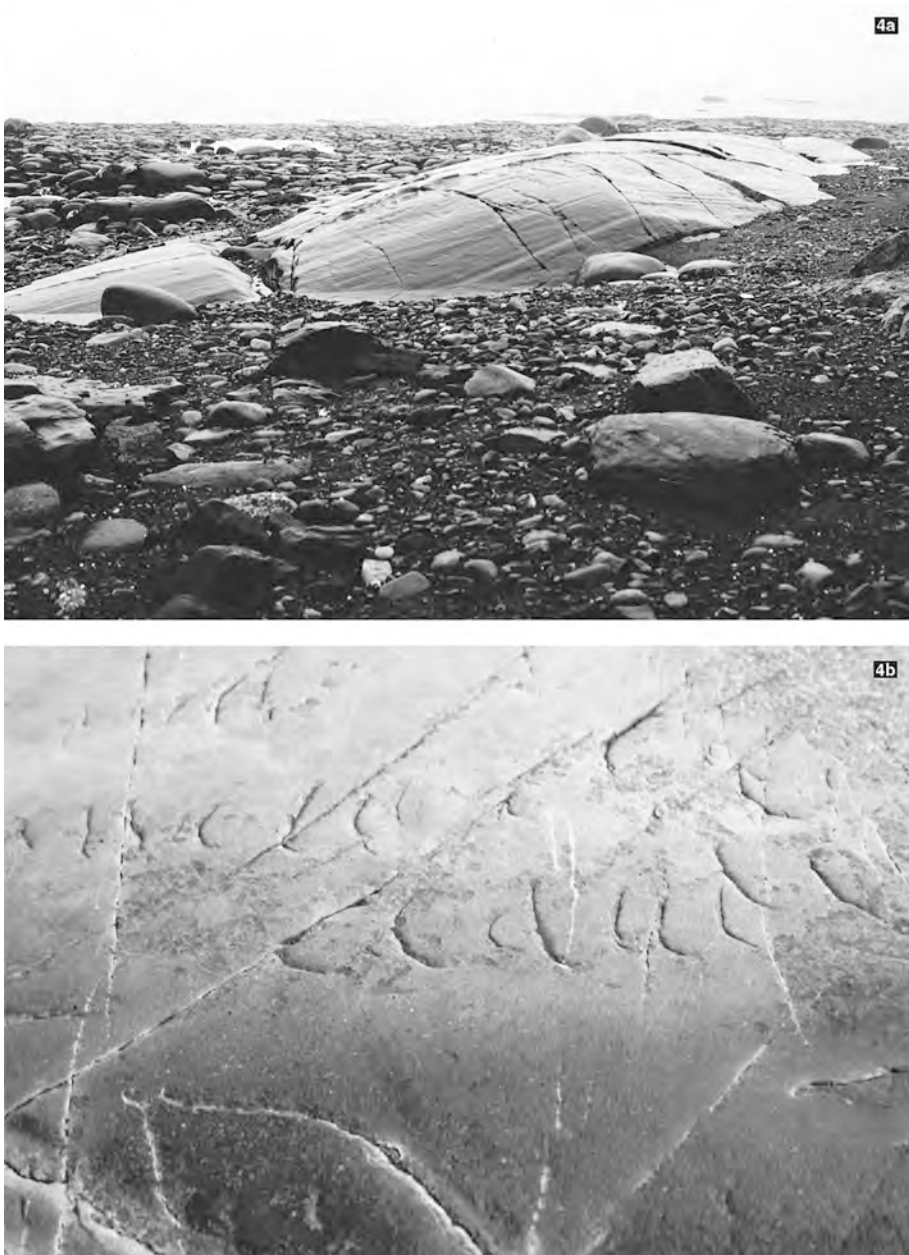


Figure 4. Formes et marques glaciaires sur le rivage à Saint-Simon-sur-Mer. A, rocher dissymétrique pointant vers le NE; surface polie et striée d'un affleurement rocheux (schistes) sur la partie supérieure du rivage, indiquant un écoulement des glaces à 40° (5-6-01). B, train de broutures sur un affleurement de grès quartzitique à la partie supérieure du rivage indiquant un écoulement glaciaire à 30° (15-7-91).

dans le substrat argileux et présentent une surface plane, quasi à la même hauteur, quelle que soit la taille des blocs. Cette disposition ou arrangement est attribué aux pressions verticales exercées par la couverture glacielle qui, en hiver, atteint entre 50 et 100 cm d'épaisseur. Dans la plupart des dallages, la densité est élevée et les blocs sont bien imbriqués (Fig. 7).

La dimension des cailloux varie beaucoup allant des petits (30-40 cm) aux mégablocs (plus de 100 cm de grand axe). Un estimé général donne les proportions suivantes pour l'ensemble du secteur étudié: dans les dallages, il y a environ 45% de cailloux de 30 à 40 cm; 40%, de 50 à 70 cm; 10% de 70 à 100 cm, et 5%, de plus de 100 cm. Dans les cordons de blocs, en particulier ceux situés à la limite des basses mers à proximité des crêtes rocheuses, les blocs sont plus gros. Ceux plus petits que 50 cm ne comptent que pour environ 20%, alors que ceux de 50 à 75 cm totalisent 45%; ceux de 75 à 125 cm, 25% et ceux excédant 125 cm, 15%.

À l'instar de la taille, la forme des cailloux et leur degré de façonnement ou d'usure (émoussé) varient beaucoup allant des éléments anguleux aux éléments arrondis. Il existe toutefois une différence marquée entre les cailloux sédimentaires d'origine locale et les erratiques d'origine lointaine.

Ainsi, 13% des cailloux précambriens des dallages sont anguleux et subanguleux alors que 60% des cailloux appalachiens sont anguleux et subanguleux contre environ 40% de subarrondis et d'arrondis.

Concernant la forme des cailloux, les éléments précambriens sont en majorité grossièrement circulaires ou sphériques alors que les appalachiens, en particulier, les éléments locaux sont plutôt carrés, rectangulaires ou angulaires.

Une autre caractéristique importante à souligner est la présence de marques de choc et de micro-formes d'abrasion glacielle ou glaciaire. Plusieurs blocs sont corrodés. Suivant leur emplacement sur le bas estran, ils sont souvent partiellement couverts d'algues brunes (*Fucus* spp. et *Ascophyllum* sp.) (Fig. 8).

Nature lithologique des cailloux

Sur l'ensemble du rivage étudié, 43 comptages furent effectués pour un total de 51.011 blocs. Le nombre de blocs par comptage varie de 460 à 2.023 pour une moyenne de 1.212, ce qui donne un degré de confiance élevée aux statistiques (Van der Plas et Tobi, 1965). Le tableau 1 résume les données obtenues.

Le rivage regroupe deux grandes catégories de cailloux: des éléments précambriens, principalement ignés et métamorphiques, et des éléments appalachiens comprenant exclusivement des roches sédimentaires détritiques: grès, conglomérat, schistes, quartzites et calcaires d'âge Cambro-ordovicien et Silurien.

Ainsi, les précambriens (granite, granito-gneiss, gneiss, anorthosite, etc.), totalisent 54,7%, alors que les grès comptent pour 31,6%, les conglomérats, 7,8%, les



Figure 5. Vue générale d'un dallage de cailloux sur le substrat argileux de la zone intertidale à Saint-Simon-sur-Mer. L'ensemble de la surface est couverte d'une unique couche de cailloux (8-6-01).

Figure 6. Vue générale d'un dallage de cailloux sur le bas estran argileux dans la région de Saint-Simon-sur-Mer. Le couloir sableux au premier plan est anthropique; l'épaisseur du sable sur le substrat argileux est relativement mince (10-15 cm) (2-7-95).

Figure 7. Aspect typique d'un dallage de cailloux sur le substrat argileux du bas estran dans la région de Saint-Simon-sur-Mer. À remarquer la forte densité des cailloux, leur forme, leur taille et leur imbrication (6-6-01).

Figure 8. Détail d'un dallage de blocs à Saint-Simon-sur-Mer montrant des cailloux de diverses lithologies et de forme arrondie (12-7-94).

Tableau 1. Lithologie des cailloux de l'estran argileux à Saint-Simon-sur-Mer (en pourcentage)

	No blocs par comptage	Précambrien	Grès	Conglo-mérat	Schiste	Quartzite	Calcaire	Dolomie
Minimum	460	31,3	18,5	0,6	0,0	0,1	0,0	0,0
Quartile 1	910	52,5	27,8	1,8	0,5	1,2	0,0	0,2
Médiane	1211	56,7	31,8	3,0	1,7	2,3	0,1	0,3
Quartile 3	1474	59,9	35,6	6,9	5,0	2,8	0,2	0,4
Maximum	2023	67,5	41,0	41,7	14,6	6,0	4,7	0,9
Moyenne	1212	54,7	31,6	7,8	3,1	2,3	0,3	0,3

schistes, 3,1% et les quartzites, 2,3%. Les roches carbonatées (calcaire et dolomie) représentent chacune seulement 0,3% (Fig. 9).

Les erratiques de dolomie

Des relevés spécifiques ont été faits pour les cailloux de dolomie, une lithologie absente dans la zone côtière et peu répandue dans l'arrière pays des Appalaches et dans le Bouclier laurentidien (Avramtchev, 1985; Tremblay et Bourque, 1991). Répandus sur l'ensemble de la rive sud entre Rivière-du-Loup et Cap-Chat (Dionne, 2002a, 2003), les cailloux de dolomie constituent donc un erratique particulier fort intéressant.

Au total, 457 cailloux de dolomie de différentes variétés ont été observés dans la région de Saint-Simon-sur-Mer (Tableau 2). La majorité sont des dolo-

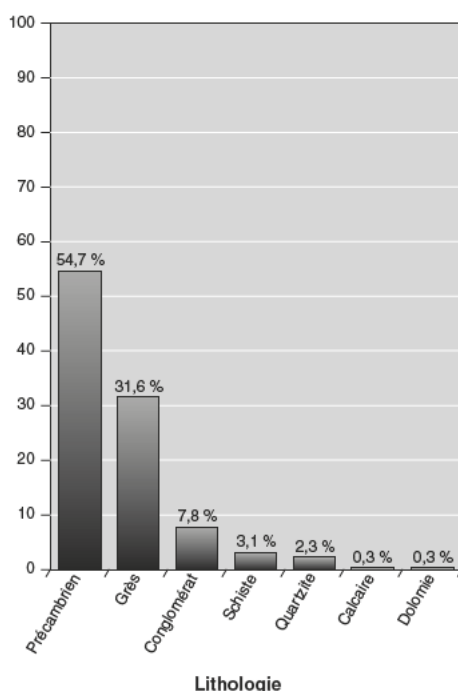


Figure 9. Bloc diagramme montrant les proportions des diverses lithologies des cailloux formant les dallages intertidaux à Saint-Simon-sur-Mer.

Tableau 2. Caractéristiques des cailloux de dolomie

Type	Pourcentage
À stromatolites	0,9
Striées	25,2
Corrodées	13,8
Marbrées	9,6
Laminées	6,1
Stratifiées	10,7
Bréchiques	2,6
Gréseuses	2,4
Avec quartz	2,3
Type Protérozoïque	1,3
Lamines plissottées	0,7
Avec nodules de silex	0,4

¹ Abréviation pour «cailloux de dolomie».

mies cristallines micro-grenues à grenues. Environ 16% sont des dolomies marbrées ou laminées et 11% des dolos¹ stratifiées, alors qu'il y a 2,6% de dolos bréchiques, et 2% de dolos de type protérozoïque dont la moitié sont des dolos à stromatolites. Autre caractéristique importante: plus de 25% des cailloux sont striés (stries glaciaires ou glacielles).

La couleur a permis de distinguer divers types de dolos (Tableau 3). La majorité (plus de 60%) sont de couleur grise allant de pâle à foncée, alors que plus de 33% sont de couleur rose ou rosâtre, environ 3% sont rouges ou rougeâtre et 2% blanches ou blanchâtres.

Les cailloux de dolomie sont pour la plupart des éléments façonnés, c'est-à-dire ayant subi une certaine usure ou forme d'altération avant leur mise en place (Tableau 4). En effet, les éléments anguleux et subanguleux ne comptent que pour 16%, alors que les cailloux subarrondis à arrondis totalisent plus de 50%.

La taille des cailloux a aussi été mesurée. Sur les 457 cailloux de dolomie observés, 430 pesaient entre 1 kg et 716 kg. Les petits cailloux (1 à 10 kg) prédominent

Tableau 3. Couleur des cailloux de dolomie (en pourcentage)

Rose	21,0
Rose et gris	5,3
Rosâtre	6,8
Rouge	1,8
Rougeâtre	1,1
Blanc	0,4
Blanchâtre	1,8
Gris et blanc	1,3
Gris divers	3,3
Gris pâle	24,6
Gris moyen	25,2
Gris foncé	5,7
Gris brunâtre	1,3
Gris verdâtre	0,4

Tableau 4. Façonnement et ébroué des cailloux de dolomie (en pourcentage)

Anguleux	0,2
Anguleux / subanguleux	1,1
Subanguleux	15,7
Subanguleux / subarrondi	27,6
Subarrondi	35,2
Subarrondi / arrondi	14,9
Arrondi	5,3

avec 35%, alors que ceux de 10 à 20 kg comptent pour 16%, ceux de 20 à 50 kg, 20% et ceux au-dessus de 50 kg, 28% (Tableau 5).

Source des cailloux

Comme mentionné déjà, il y a des cailloux appartenant à deux grandes catégories: roches sédimentaires détritiques et roches ignées et métamorphiques. À l'exception des cailloux de dolomie -lithologie particulière comptant pour environ 0,3% seulement- toutes les autres lithologies sédimentaires rencontrées (grès, conglomérat, quartzite, schiste et calcaire) proviennent de la rive sud du Saint-Laurent estuarien, soit en grande majorité de la bande côtière d'une trentaine de kilomètres de largeur composée de formations appalachiennes d'âge Cambro-ordovicien inférieur (Fig. 10); un faible pourcentage (environ 2%) provient de l'intérieur des hautes terres appalachiennes constituées de formations siluriennes (Tremblay et Bourque, 1991). Plus de 50% des cailloux sédimentaires appalachiens sont de source locale, à savoir les crêtes rocheuses longeant la rive sud de l'estuaire. Un faible pourcentage des quartzites et des conglomérats, cependant, provient d'affleurements sis en amont de Saint-Simon-sur-Mer.

Quant aux roches ignées et métamorphiques d'âge précambrien (Protérozoïque et Archéen), elles proviennent du Bouclier laurentidien sur la rive nord de l'estuaire à plus de 30 km de distance (Avramtchev, 1985). En raison de la grande diversité lithologique du Bouclier, il est difficile de préciser la source exacte de la plupart des cailloux précambriens faute de lithologies spécifiques faciles à retracer. Quoi qu'il en soit, les erratiques précambriens représentent souvent plus de 50 % des cailloux des estrans argileux de la rive sud de l'estuaire (Tableau 6).

Certains types de dolomie cependant peuvent servir d'indicateurs ou de traceurs (Dionne, 1994, 2002a, 2003). C'est le cas des cailloux de dolomie à stromatolites qui proviennent du bassin sédimentaire d'âge Protérozoïque de Mistassini, au centre du Québec, à environ 400 km au NW de Saint-Simon-sur-Mer (Fig. 11). Les dolos roses et quelques autres catégories de dolomies grises marbrées ou laminées proviennent vraisemblablement, elles aussi, de la même région car on les observe en grand nombre sur la rive nord de l'estuaire maritime entre Tadoussac et Cap-Colombier (Dionne, 1994, 2001a; Dionne et Bernatchez, 2000).

Mode de transport et de mise en place

Deux agents sont responsables du transport des cailloux des estrans argileux de Saint-Simon-sur-Mer et de leur mise en place. Les cailloux provenant de sites lointains: Bouclier laurentidien et hautes terres appalachiennes, ont d'abord été achemi-

Tableau 5. Poids en kg des cailloux de dolomite (en pourcentage)

1 à 10	35,1
10 à 20	16,3
20 à 50	20,5
50 à 100	13,0
Plus de 100	15,1

Tableau 6. Pourcentage de cailloux précambriens dans quelques
localités de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent (de l'amont vers l'aval).

Localité	No blocs comptés	Pourcentage	Référence
Montmagny	42105	20,0	Dionne, 1987
Rivière-Ouelle	2707	39,9	Dionne, 2005
Isle-Verte	2954	62,2	Dionne, inédit
Trois-Pistoles	9687	64,7	Dionne, 1972
Saint-Simon-sur-Mer	51011	54,7	Vertefeuille, 2002
Saint-Fabien-sur-Mer	9900	57,0	Dionne, 1979
Baie de Mitis	25270	39,1	Dionne et Poitras, 1998
Mitis-sur-Mer	8478	44,7	Dionne, 2004
Rivière-Blanche	31619	31,0	Mathieu, 2000 et Dionne, 2002a
Cap à la Baleine	13302	40,6	Dionne, 2002b

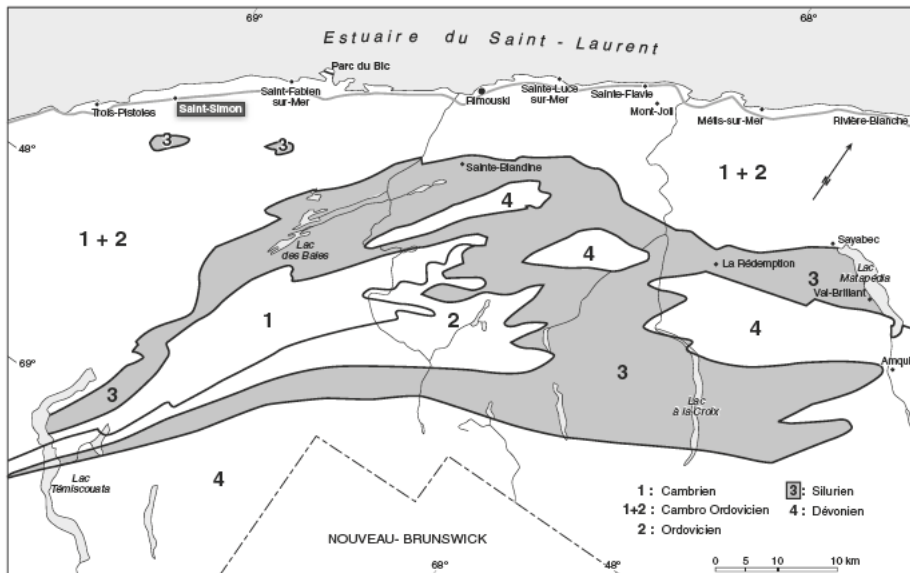


Figure 10.
Carte schématique sommaire des formations géologiques de la région appalachienne au sud de Saint-Simon-sur-Mer.

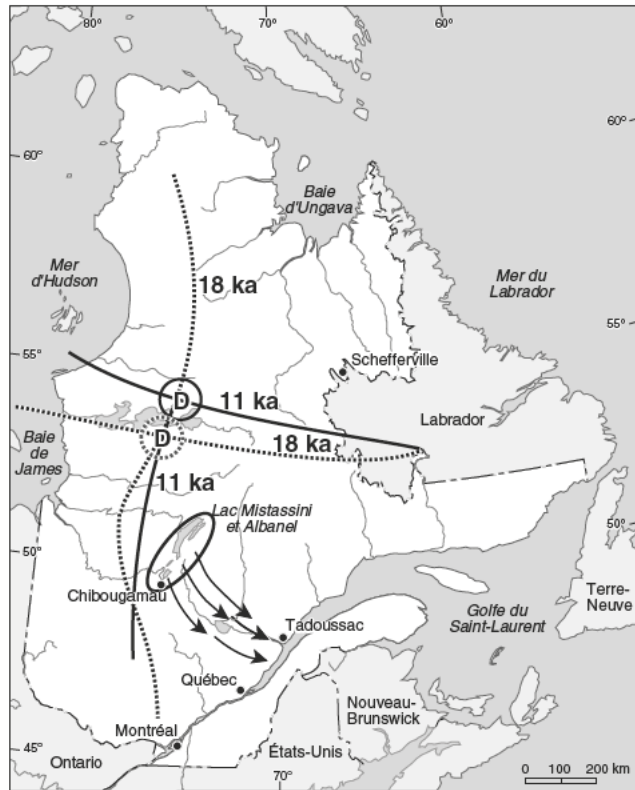
nés par les glaciers vers la vallée du Saint-Laurent. L'absence de dépôts glaciaires (till ou moraines) en bordure du littoral actuel, et le fait que les cailloux reposent à la surface d'un dépôt argileux postglaciaire, indiquent clairement qu'ils n'ont pas été déposés directement par les glaciers mais plutôt par des icebergs et des radeaux de glace. Les cailloux ont été relâchés sur le fond de la Mer de Goldthwait sous forme de délestage (*dropstones*). Ils faisaient donc partie de l'argile marine. Au cours de l'Holocène, l'érosion par les vagues et les courants de cette formation péltique, sise dans la zone littorale et infralittorale, a libéré les cailloux de leur gangue. La majorité est demeurée derrière formant ainsi un résidu grossier (*boulder lag*). Cependant, une partie des cailloux a, par la suite, été reprise par les glaces de rivage et concentrée sur le bas estran. Sous le poids des radeaux de glace et du couvert glaciaire annuel, ils ont été peu à peu partiellement enfoncés dans le substrat argileux pour former des dallages. Quant à ceux des cordons, ils ont été poussés et concentrés, eux aussi, par des radeaux de glace. De nos jours, les cailloux des dallages sont relativement stables. Rares sont les dépôts. Toutefois, les cailloux des cordons sont plus mobiles et se déplacent de temps à autre sous la pression des radeaux de glace poussés par le vent ou entraînés par les courants de marée, principalement le jusan (Dionne, 1993a, 1993b). À Saint-Simon-sur-Mer, les apports de nouveaux blocs sont occasionnels; ils proviennent surtout du démantèlement des crêtes rocheuses en bordure du rivage supérieur. Ces éléments sont facilement reconnaissables par leur angularité et leur lithologie. De très gros fragments peuvent être ainsi déplacés (Dionne, 1988c). Les apports de cailloux précambriens proviennent généralement de secteurs situés en amont, notamment des marais intertidaux (Dionne, 1972b, 1989).

Contrairement à ce que nous avons suggéré dans le passé (Dionne, 1972a, 1979), les apports par les glaces annuelles en provenance de la rive nord se révèlent exceptionnels de nos jours comme ce fut sans doute le cas au cours de l'Holocène.

Bref, les erratiques formant des dallages et des cordons à la surface des estrans argileux des rives du Saint-Laurent estuarien, notamment à Saint-Simon-sur-Mer, ont une histoire complexe. Si le rôle des glaciers comme agents de transport ne peut être ignoré, celui des icebergs et des glaces flottantes est capital. Mais on doit aussi tenir compte de l'érosion des dépôts argileux de la Mer de Goldthwait survenue au cours de l'Holocène, en particulier lors de bas niveaux marins (Dionne, 1988a, 1988b, 2001), ainsi qu'au cours du dernier millénaire.

Les dallages de cailloux en milieu intertidal ne sont pas exclusifs à l'estuaire du Saint-Laurent. Il en existe ailleurs, entre autres au Spitsberg (Jahn, 1977), aux îles Shetlands du sud (sub-Antarctique) (Hansom, 1983) et en Alaska (Eyles, 1994). Toutefois, ceux de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent sont particuliers en raison de la composition lithologique mixte des cailloux, de l'absence de dépôts glaciaires (till) en bordure immédiate du rivage, de la présence d'un dépôt d'argile marine et de

Figure 11.
Source des cailloux de
dolomie à stromatolites
et vraisemblablement de
plusieurs autres types de
cailloux de dolomie observés
sur la rive sud de l'estuaire du
Saint-Laurent.



l'existence d'une profonde vallée sous-marine séparant la rive sud de la rive nord. De plus, les rares travaux sur les dallages de cailloux en milieu intertidal ne parlent pas ou peu de la nature lithologique des cailloux, de leur provenance, de leur signification et de leur intérêt morpho-sédimentologique.

Conclusion

L'estran argileux à dallages de cailloux à Saint-Simon-sur-Mer représente un type de rivage original fort répandu sur les deux rives de l'estuaire du Saint-Laurent. En effet, dans de nombreuses localités, les surfaces d'érosion taillées dans l'argile mise en place dans la mer postglaciaire sont couvertes de cailloux de taille et de nature variées. Les petits et les moyens blocs forment des dallages à forte densité (Dionne, 1968, 1972b, 1987).

Les rives de l'estuaire du Saint-Laurent sont caractérisées par l'absence de formations glaciaires (till) et par la présence d'argile marine plus ou moins caillouteuse,

car cette argile a été mise en place dans une mer infestée d'icebergs. Les estrans argileux tapissés de cailloux résultent principalement de l'érosion de cette argile ainsi que de l'activité des glaces annuelles. Ce type de rivage est donc propre à des régions froides qui ont été glaciées au cours du Wisconsinien (Weichselien), puis submergées lors de la déglaciation et, par la suite, affectées par une couverture glacielle annuelle (Carter et Woodroffe, 1994; Lisitzin, 2002).

Références

- Avramtchev, L., édit. (1985): *Carte géologique du Québec*. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, carte n° 2000, échelle 1:1.500.000.
- Carter, R.W. et Woodroffe, C.D., édit. (1994): *Coastal evolution. Late Quaternary shoreline morphodynamics*. Cambridge University Press, Cambridge, 517 p.
- Coleman, A.P. (1922): *Physiography and glacial geology of Gaspé Peninsula, Québec*. Geological Survey of Canada, Bulletin 34, 54 p.
- Dawson, J.W. (1886): "Note on boulder drift and sea margins at Little Metis, Lower St. Lawrence". *Canadian Record of Sciences*, 2 (1): 36-38.
- Dionne, J.-C. (1968): «Morphologie et sédimentologie glacielles, littoral sud du Saint-Laurent». *Zeitschrift für Geomorphologie*, Suppl., Bd. 7: 56-84.
- _____ (1972a): «Caractéristiques des blocs erratiques des rives de l'estuaire du Saint-Laurent». *Revue de Géographie de Montréal*, 26: 125-152.
- _____ (1972b): «Caractéristiques des schorres des régions froides, en particulier de l'estuaire du Saint-Laurent». *Zeitschrift für Geomorphologie*, Suppl., Bd. 13: 131-162.
- _____ (1977): «La Mer de Goldthwait au Québec». *Géographie physique et Quaternaire*, 31: 61-80.
- _____ (1979): «Les blocs d'estran à Saint-Fabien-sur-Mer, estuaire du Saint-Laurent». *Maritime Sediments*, 15: 5-13.
- _____ (1987): «Lithologie des cailloux de la baie de Montmagny, côte sud du Saint-Laurent». *Géographie physique et Quaternaire*, 41: 161-169.
- _____ (1988a): "Holocene relative sea-level fluctuations in the St. Lawrence estuary, Québec, Canada". *Quaternary Research*, 29: 233-244.
- _____ (1988b): «L'émersion de la côte sud du Saint-Laurent depuis la dernière glaciation». *GEOS*, 17 (1): 18-21.
- _____ (1988c): "Ploughing boulders along shorelines with particular reference to the St. Lawrence estuary". *Geomorphology*, 1: 297-308.
- _____ (1989): "The role of ice and frost in tidal marsh development. A review with particular reference to Québec, Canada". *Essener Geographische Arbeiten*, 18: 171-210.
- _____ (1993a): «Données quantitatives sur les cailloux à la surface du couvert glaciaire, estuaire du Saint-Laurent». *Géographie physique et Quaternaire*, 47: 181-192.
- _____ (1993b): "Sediment load of shore ice and ice rafting potential, upper St. Lawrence estuary". *Journal of Coastal Research*, 9: 628-646.

- _____ (1994): «Les erratiques lointains de l'embouchure du Saguenay». *Géographie physique et Quaternaire*, 48: 179-194.
- _____ (2001a): «Erratiques de dolomie au Cap Colombier, sur la haute Côte Nord du Saint-Laurent estuarien». *Géographie physique et Quaternaire*, 55: 101-107.
- _____ (2001b): "Relative sea-level changes in the St. Lawrence estuary from deglaciation to Present day", p. 271-284. In T. K. Weddle et M.J. Retelle, édit.: *Deglacial history and relative sea-level changes, northern New England and adjacent Canada*. Geological Society of America, Special Paper 351, 292 p.
- _____ (2002a): «Les erratiques de dolomie dans la région de Rivière-Blanche, côte sud de l'estuaire maritime du Saint-Laurent: un indicateur précieux de transport glaciaire et glacial». *Canadian Journal of Earth Sciences*, 39: 1.239-1.255.
- _____ (2002b): "The boulder barricades at Cap à la Baleine, north shore of Gaspé Peninsula (Québec): nature of boulders, origin and significance". *Journal of Coastal Research*, 18: 652-661.
- _____ (2002c): «État des connaissances sur la ligne de rivage Micmac de J.W. Goldthwait (estuaire du Saint-Laurent)». *Géographie physique et Quaternaire*, 56: 97-121.
- _____ (2003). «Les erratiques de dolomie à Saint-Fabien-sur-Mer, côte sud de l'estuaire maritime du Saint-Laurent (Québec): un traceur de transport glaciaire et glacial exceptionnel». *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, 9: 165-176.
- _____ (2004): «Observations géologiques récentes sur le cordon de blocs d'estran à Mitis-sur-Mer signalé en 1886 par Sir William Dawson». *Le Naturaliste canadien*, 128: 91-97.
- _____ (2005): «Nature lithologique des cailloux sur la batture supérieure à la pointe de Rivière-Ouelle, rive sud du moyen estuaire du Saint-Laurent». *Bulletin de l'Association québécoise du Quaternaire (AQQUA)*, 31 (2):
- Dionne, J.-C. et Poitras, S. (1998): «Lithologie des cailloux de la baie de Mitis, rive sud de l'estuaire maritime du Saint-Laurent (Québec): un exemple de transport glaciaire et glacial complexe». *Géographie physique et Quaternaire*, 52: 107-122.
- Dionne, J.-C. et Bernatchez, P. (2000): «Les erratiques de dolomie sur le rivage des Escoumins, côte nord de l'estuaire maritime du Saint-Laurent, Québec». *Atlantic Geology*, 36: 117-129.
- Dyke, A.S. et Prest, V.K. (1987): «Late Wisconsinan and Holocene history of the Laurentide Ice Sheet». *Géographie physique et Quaternaire*, 41: 237-263.
- Eyles, C.H. (1994): "Intertidal boulder pavements in the northeastern Gulf of Alaska and their geological significance". *Sedimentary Geology*, 88: 161-173.
- Forbes, D.L. et Taylor, R.B. (1987): "Coarse-grained beach sedimentation under paraglacial conditions, Canadian Atlantic coasts", p. 51-86. In D.M. Fitzgerald and P.S. Rosen, édit., *Glaciated coasts*. Academic Press, San Diego, 364 p.
- Hansom, J.D. (1983): "Ice-formed intertidal boulder pavements in the sub-Antarctic". *Journal of Sedimentary Petrology*, 53: 135-145.
- Jahn, A. (1987): "Periglacial forms produced by shore ice at Hornsund (Spitsbergen)". *Acta Universitatis Wratislaviensis*, n° 387: 19-29.
- Johnson, D.W. (1925): *The New England-Acadian shoreline*. John Wiley, New York, 608 p.

- Lisitzin, A.P. (2002). *Sea-ice and iceberg sedimentation in the Ocean. Recent and Past*. Springer, Berlin, 563 p.
- Loring, D.H. et Nota, D.J.G. (1973): "Morphology and sediments of the Gulf of St. Lawrence". *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, n° 182, 147 p.
- Lortie, G. et Martineau, G., (1987): *Les systèmes de stries glaciaires dans les Appalaches du Québec*. Ministère des Richesses naturelles, Québec, Rapport DV 85-10, 45 p.
- Lyell, C. (1854): *Principles of Geology*. Appleton, New York, 834 p.
- Mathieu, A. (2000): *Caractéristiques des blocs d'estran à Rivière-Blanche, côte sud de l'estuaire maritime du Saint-Laurent*. Mémoire de baccalauréat, Département de Géographie, Université Laval, Québec, 33 p.
- Occhietti, S., Parent, M., Shilts, W.W., Dionne, J.-C., Govare, E. et Harmand, D. (2001): «Late Wisconsinan glacial dynamics, deglaciation and marine invasion in southern Québec», p. 243-270. In T.K. Weddle et M.J. Retelle, édit.: *Deglacial history and relative sea-level changes, northern New England and adjacent Canada*. Geological Society of America, Special Paper 351, 292 p.
- Rappol M. (1993): *Ice flow and glacial transport in Lower St. Lawrence, Québec*. Geological Survey of Canada, Paper 90-19, 28 p.
- Shepard, F.P. (1931): "St. Lawrence (Cabot Strait) submarine trough". *Geological Society of America Bulletin*, 42: 853-864.
- Tremblay, P. et Bourque, P.A., édit. (1991): *Carte géotouristique du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie*. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec. Carte GT 91-03, échelle 1:500.000.
- Van der Plas, L. et Tobi, A.C. (1965). «A chart for judging the reliability of point counting result". *American Journal of Science*, 263: 87-90.
- Vertefeuille, S. (2002): *Les blocs d'estran à Saint-Simon-sur-Mer, côte sud de l'estuaire maritime du Saint-Laurent*. Mémoire de baccalauréat, Département de Géographie, Université Laval, Québec, 38 p.